

雪崩対策用エアバッグ圧力容器封板せん孔器に用いるガス発生器について

株式会社 RCT ジャパン

1. 対象火工品

対象となる火工品は、エアバッグを起動させる装置（以下、起動装置）である。

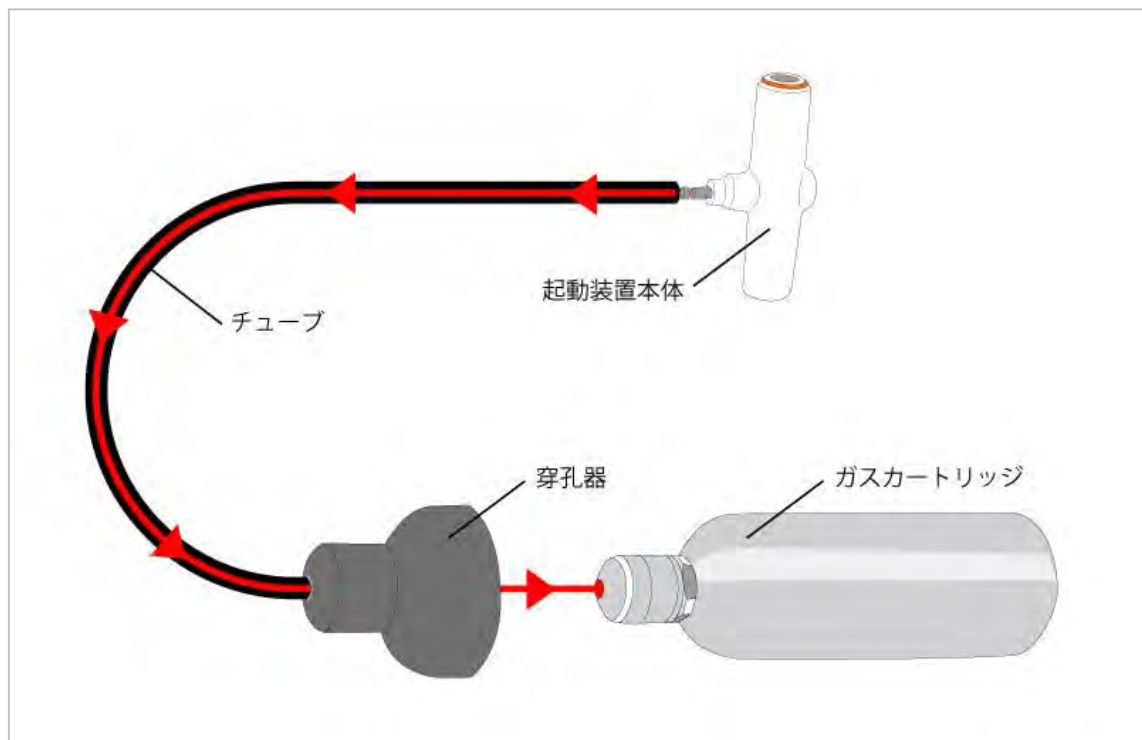
機能については、下記「機能説明」を参照。

2. 機能説明

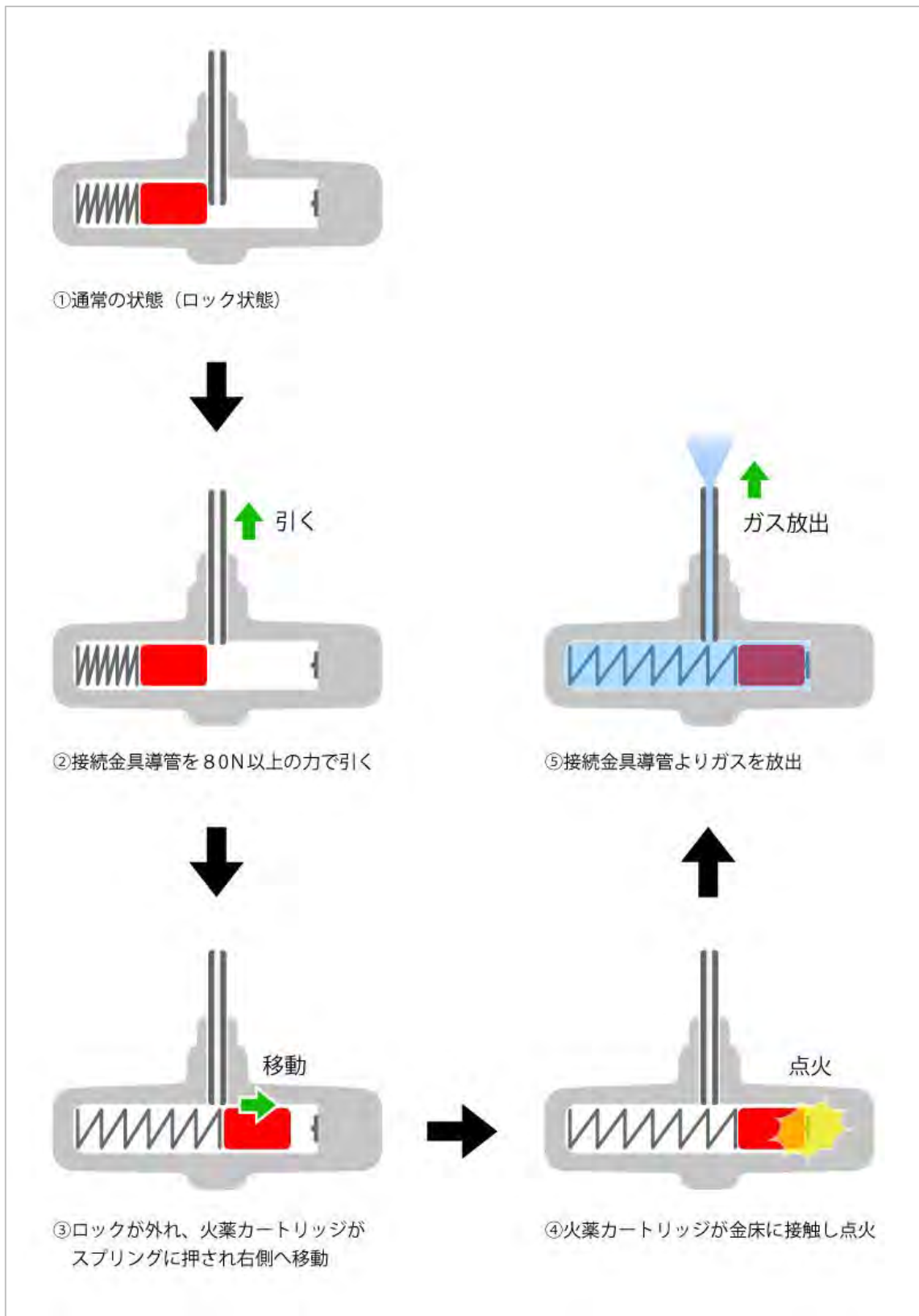
当該火工品は、雪崩被災時に雪による圧死、窒息死を防ぐため、エアバッグを展開する際、エアバッグへのガスを充填するガスカートリッジの蓋を開放する「穿孔器」を起動させるものである。

〔起動原理〕

起動装置の接続金具導管部分を 80N以上の力で引っ張ると、装置内に内蔵されているスプリングが開放され導管内を火薬カートリッジが移動する。火薬カートリッジは金床に接触。この際の衝撃により雷管が作動し、推進剤が点火し、生じた爆風が接続されたチューブを伝い穿孔器を作動。穿孔器は針を押し下げ（ピストン動作）、ガスカートリッジの蓋を開ける。



ガスカートリッジの起動原理



起動装置本体の起動原理

[火工品に用いられる火薬類]

a.火薬量

推進剤の火薬量	雷管の火薬量
190 mg ± 2 mg	22 mg ± 0.2 mg

b.推進剤の成分

成分	割合	重量
ニトロセルロース	79 %	150.1 mg
ジフェニルアミン	1 %	1.9 mg
ニトログリセリン	15 %	28.5 mg
フタル酸ジブチル	5 %	9.5 mg

c.雷管起爆薬の成分

成分
トリシネート
テトラセン
硝酸バリウム
三硫化アンチモン
その他

d.点火時に発生するガスの主な成分

発生ガスの成分
二酸化窒素
窒素
酸素

e.点火時の発熱量

発熱量
1,181 J

3. 火工品の一般的状況

[用途]

雪山登山やバックカントリースキー・スノーボードの大きなリスクとして挙がる雪崩。

雪崩被災によって死に至る主な要因は、雪による圧死、窒息死である。

雪崩用エアバッグは、雪崩被災時に起動装置（当該火工品）を起動させることによりエアバッグが展開し、着用者が雪の中に沈み込むことを防止することを用途としている。



雪崩用エアバックによる地表面への浮上のイメージ

雪崩に巻き込まれた際に、生命を守る装備として近年注目されているのが雪崩用エアバッグ。

ABS 雪崩用エアバッグはバックパック型の形状をしており、背面に装備して利用する。

胸元にエアバッグ起動装置を装着しており、雪崩発生時に起動装置を引くことで3、4秒でエアバッグが展開する。

エアバッグの起動後に膨張したエアバッグは、雪崩用エアバックを伴わない人の体積に比べて総体積を増大させ、被害者の総重量／体積比を十分に低減する。

雪の総重量／体積比よりも少なくなるまで低減することによって、被害者は比較的浮いた状態でかつ雪の表面に維持される。雪崩が停止する際は雪が固くなるため、地表近くへ身体が到達していることが生命確保には非常に重要である。

〔購入、使用方法〕

一般消費者が当該火工品を含むエアバッグを購入する際、



①エアバッグシステム本体



②起動装置（当該火工品）
及びガスカートリッジ



③バックパック部

のセットで購入する。（①②は必須で③は任意）

使用時は、エアバックシステム本体にバックパック、ガスカートリッジを装着するとともに、消費者が当該火工品の接続金具導管を穿孔器接続のチューブの口金へ接続する。

なお当該火工品は、構造上 80N 以上の力で噴出口部分を引っ張ることが必要であり、指先のみの力で点火させることは困難。このため穿孔器接続のチューブ口金に接続し、腕の力で火工品全体を引っ張らない限り容易に点火できない構造となっている。

火工品と接続口金の接続の構造は、口金内部と火工品の接続金具導管に対応する凹凸があり、これらをはめ込むことにより火工品が口金に引っかかるようになっている。

（今回の点火試験等では、火工品を起動させる接続金具導管をペンチで挟み込み強制的に点火させている）

購入した消費者は、自宅等で高温にならない安全な場所に保管する。

（この点は、取扱い説明書にて明記する予定）

〔使用場所〕

雪崩が発生する可能性のある場所（雪山、スキー場近辺等）で使用する。

[使用者]

スキーヤー、登山者等の雪崩が発生する可能性のある場所へ行く者が使用する。

[製品の構造図]

a.ABS 雪崩用エアバックの構造と名称



- | | |
|--------------------|-------------------------|
| 1. ツインエアバッグ | 6. 保護フラップ付ハンドルプレート(結合器) |
| 2. ガスカードリッジ(ミニボンベ) | 7. 起動装置(火工品) |
| 3. ピアスユニット(穿孔器) | 8. 高さ調節 |
| 4. エアバッグ隔室 | 9. ABS キャリングシステム |
| 5. 吸引開放ユニット | 10. ハンドルポケット付きヒップストラップ |

b.ABS エアバック装置起動の流れ

- ① 起動装置(上記 7)を強く引くことで、起動装置内部の火薬カートリッジが点火。
- ② 点火によって発生した爆風が、接続されているチューブを通り穿孔器(上記 3)を作動。
- ③ 穿孔器はミニボンベ(上記 2)の上部に穴をあけ、ボンベ内のガスを放出。
- ④ 放出されたガスは起動時とは別のチューブを通り、吸引開放ユニット(上記 5)を経由してツインエアバック(上記 1)に注がれ、軌道から 3、4 秒で 2 つのエアバックが完全に膨らむ。

[起動装置(対象火工品)の構造]

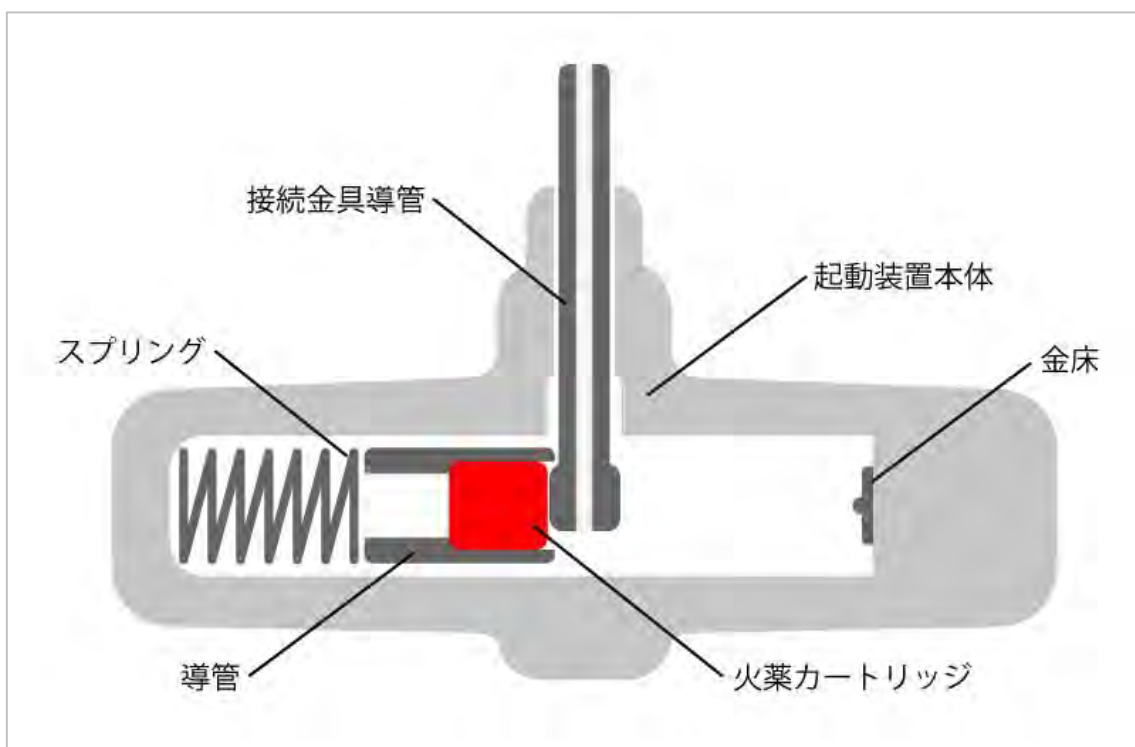
a. 寸法

約 96mm×24mm×46mm (約 68g)

b. 使用材質

- ・本体(外殻部) : ポリアミド樹脂 GRIVORY GVN- 35 N VTS - Nylon 6.6 with 35 % GFK)
- ・火薬カートリッジ(内包) : 真鍮
- ・金床(内包 : ステンレス(Stainless Steel 303 (VA 1.4305))

c. 火工品構造図



※詳細は、「4. 安全性について - ①外殻構造試験」を参照

[火工品の安全性について]

雪崩用エアバッグはスキーヤー、スノーボーダー、雪山登山者、スノーモービル愛用者を中心に世界 25 カ国以上と広く普及し、欧米ではスキー場パトロールの約 90%が使用している。

雪崩用エアバッグは ABS の他に Snowpulse S.A.社、Backcountry Access, Inc.社によって製造販売されており、なかでも最も歴史のある本製品はドイツ生まれの高い技術力をベースに 1985 年から 28 年間にも渡る製品開発・テストを通じて、安全性向上のために磨き上げられた商品である。

本製品は、国際航空運送協会 (IATA) の規程に準拠しており、米国以外へは1人につき ABS エアバッグ1個を機内持ち込み可能となっている。

また、カナダでは「火薬法 (Explosives Act)」に基づき、「承認火工品-低危険爆発物-特別な火工品 (Authorized Explosives-type S-1-special purpose explosives)」に指定されている。

ヨーロッパでは、CEマークを取得しており、「個人用保護具 (89/686EWG)」として認証されている。

火工品部である起動用トリガーは、内部圧力 300 気圧、マイナス 80℃からプラス 50 度に耐えうる設計となっている。

また、トリガーの起動には 80N 以上の力が必要となり、起動部の金具を指の力で引っ張っても簡単に起動することはないため、暴発の可能性は極めて低いと言える。



スイス連邦雪・雪崩研究所 SLF (2010 年 8 月調べ) のデータによると同じ雪崩に遭った 262 人のエアバッグ装着者の 255 人は生存し 7 人は死亡した

その生存率は 97% に及びエアバッグ非装着者の 75% と比較するとその安全性は 8 倍以上である。

4. 安全性評価試験

[①外殻構造試験]

(試験方法)

目視及び図面により、内部の火薬類等が容易に取り出せないかどうかを調べる。

(判定基準)

内部の火薬類等が分解等によらずに容易に取り出せない構造であること。

(試験結果)

a.構造確認

火薬は起動装置本体内の真鍮製の火薬カートリッジ内に密閉されており、容易に火薬類を取り出せない構造となっている(写真 1、図 1)。

また、火薬カートリッジは真鍮製の導管に固定されている(写真 2)。火薬カートリッジが収められているトリガー本体の外殻部は、衝撃や破損、摩耗に強い 3～4mm 厚のポリアミド樹脂性となり、簡単に破壊することが出来ない上、円柱状の金属部分が門のように固定され、外部から指先や工具等を差し入れられない構造になっている。このため、内部の火薬カートリッジについても取り出しにくい構造となっている。(図 2、写真 3)

b.外殻使用材料

- ・トリガー本体(外殻部) : ポリアミド (GRIVORY GVN- 35 N VTS - Nylon 6.6 with 35 % GFK)
- ・火薬カートリッジ(内包) : 真鍮
- ・金床(内包) : ステンレス (Stainless Steel 303 (VA 1.4305))

c.点火方法

接続金具導管(図 2)を上部へ引くことにより、火薬カートリッジ(図 2)が固定されている導管(図 2)のロックが外れ、火薬カートリッジが導管ごとスプリングにより前へ押し出され、金床(図 2)に接触することで点火。起爆は火薬カートリッジと導管の二重の真鍮製金属容器内(図 3)で起こり、発生したガスは導管を通りエアバック装置本体(チューブ)との連結部である接続金具導管(図 2)の中央にあけるけられた約 2mm の穴から放出される。

※詳細は「1. 対象火工品一起動装置本体の起動原理」参照

(判定結果)

火薬は真鍮製の火薬カートリッジに密閉されており、さらに真鍮製の導管に固定されている。これらが強固なポリアミド樹脂製のトリガー内に収められ、簡単に破壊や分解が出来ない構造となっているため、今回の試験で判定基準を満たしていることが確認出来た。



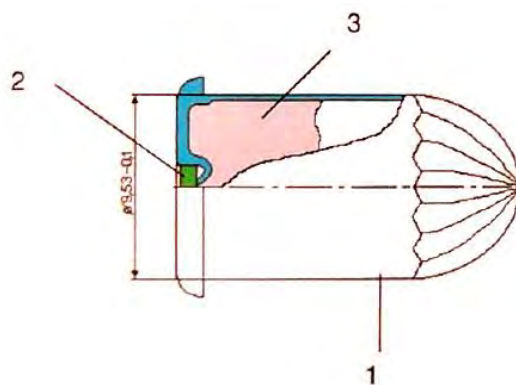
写真 1. 火薬カートリッジ本体



写真 2. 導管に固定された火薬カートリッジ



写真 3. トリガー部外観



- (1) 真鍮製スリーブ
- (2) 雷管
- (3) 推進剤

図 1. 火薬カートリッジ構造

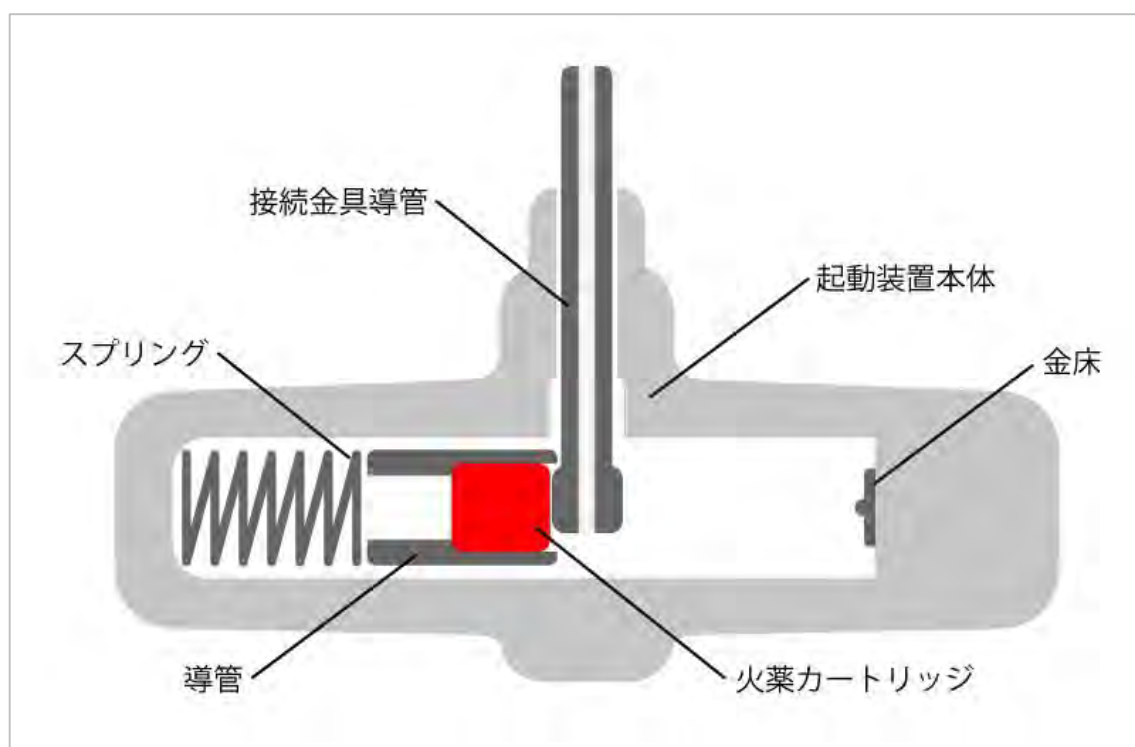


図 2. 起動装置の構造

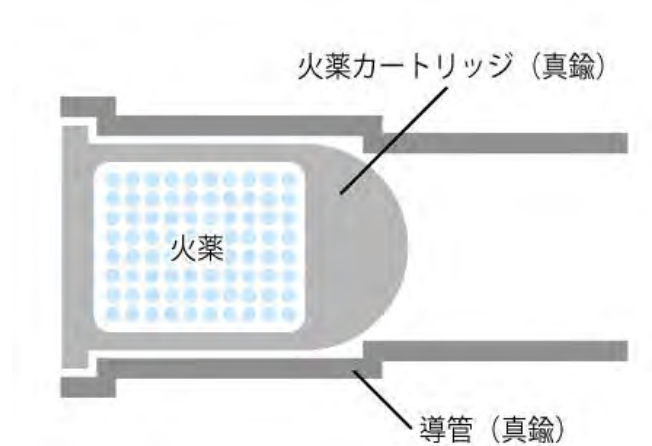


図 3. 火薬は 2 重の真鍮内に収められている

[②通常点火試験]

(試験方法)

1つの供試火工品を点火により移動することが無いように通常の使用環境を想定し、その構造に適した装置等を用いて固定し、通常点火する。供試火工品のサンプリング個数は3個とする。

(判定基準)

- ① 通常点火した時に外殻の破損がないこと
- ② 通常点火した時に放出面以外に飛散物がないこと
- ③ 飛翔する場合周囲に被害を与えないこと
- ④ 試験後に発生する残ガスが周囲に被害を与えないこと

(試験結果、判定結果)

万力により供試火工品を移動しないように固定。

起動には80N以上の力が必要なため、ペンチで接続金具を挟みこみ、力強く横方向へ引き込み起動。3回とも破損、飛散はなく、残ガスについても火薬の焦げた臭いが残る程度であり、残ガスは周囲に被害を与えるようなものではなかった。

また、点火時にガス放出口(接続金具導管の先)の目視確認を行ったところ、ガス放出口からの飛散や火炎の放出は見られなかった。

※ガスの成分については「2.機能説明－火工品に用いられる火薬類」を参照

3回の試験の結果、判定基準を全て満たしていることを確認した。

テスト品	①破損	②飛散 ③飛翔	④残ガス	合否判定
1	異常なし	なし	異常なし	合格
2	異常なし	なし	異常なし	合格
3	異常なし	なし	異常なし	合格



通常点火試験用装置



点火時



試験結果(爆発、点火、外郭の損傷なし)



試験結果(爆発、点火、外郭の損傷なし)



試験結果(爆発、点火、外郭の損傷なし)



試験結果(爆発、点火、外郭の損傷なし)

[③加熱試験]

(試験方法)

1つの供試火工品を $75 \pm 2^{\circ}\text{C}$ の温度制御機能のある循環式恒温槽に入れて 48 時間加熱する。供試火工品のサンプリング個数は 3 個。とする。

48 時間加熱しないうちに発火したときは、その時点で試験を終了する。48 時間経過しても発火しない時は、試験後に放冷した上で、当該供試火工品に通常点火試験を行う。

(判定基準)

- ① 加熱試験中に爆発や発火が起こらないこと
- ② 加熱試験後も外殻の破損等の損傷がなく、正常に動作すること

(試験条件)

試験機 : 恒温恒湿試験器(ETAC製 TH403H)

試験条件 : 加熱温度(75°C 一定)、加熱時間(48時間)

(試験結果、判定結果)

試験の結果、判定基準を全て満たしていることを確認した。

テスト品	①爆発、発火	②外殻破損	通常点火試験	合否判定
1	異常なし	異常なし	異常なし	合格
2	異常なし	異常なし	異常なし	合格
3	異常なし	異常なし	異常なし	合格



恒温恒湿試験器(ETAC製 TH403H)



火工品設置状況

[④振動試験]

(試験方法)

1つの供試火工品を、正弦波振動試験の振動数が $\pm 3\%$ の精度で10～60Hzの範囲において、全振幅が $2.5 \pm 0.25\text{mm}$ 又は加速度の最大値が $2 \pm 0.2\text{G}$ の振幅かいずれか小さい値を出す試験機を用いて、振動軸が供試火工品の軸と垂直方向及び水平方向(前後及び左右)の3つの方向について試験する。供試火工品のサンプリング個数は3個とする。負荷は少なくとも、垂直方向に4時間行い、続けて前後及び左右方向を各2時間行い、合計8時間とする。振動試験後に、当該供試火工品に通常点火試験を行う。

(試験条件)

試験機 : 振動試験器(EMIC 製 F-25000 BD)
周波数 : 10～60Hz
加速度・振幅 : 10～20Hz → 2.5mm p-p 、 20～60Hz → 19.6m/s²(2G)
加振方向 : 3方向(上下、前後、左右)
加振時間 : 4時間(上下)、2時間(前後、左右)
掃引時間 : ログ掃引 1oct/min

(判定基準)

- ① 振動試験中に爆発や発火が起こらないこと
- ② 振動試験後も外殻の破損等の損傷がなく、正常に動作する(通常点火試験における要求事項を満たす)こと

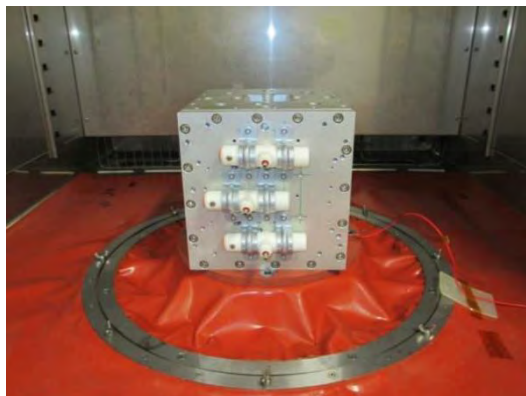
(試験結果、判定結果)

上下方向に4時間、前後、左右方向に2時間ずつの計8時間の振動試験を実施。
試験中の爆発や発火もなく、外観の破損もなかった。振動試験後の通常点火試験の結果も問題なかった。
試験の結果、判定基準を全て満たしていることを確認した。

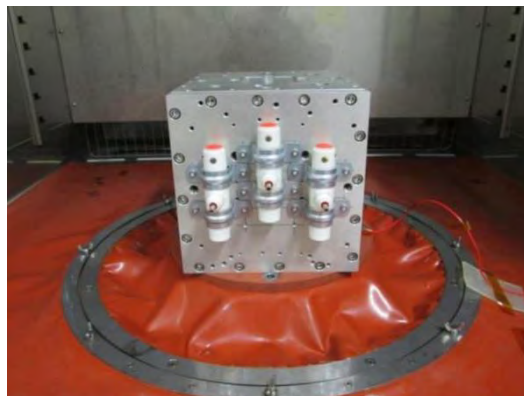
テスト品	①爆発、発火	②外殻破損	通常点火試験	合否判定
1	異常なし	異常なし	異常なし	合格
2	異常なし	異常なし	異常なし	合格
3	異常なし	異常なし	異常なし	合格



振動試験装置(EMIC 製 F-25000 BD)



左右方向の振動試験



上下方向の振動試験



前後方向の振動試験

[⑤落下試験]

(試験方法)

1つの供試火工品をコンクリート床又はこれと同等以上の性能のものに1.5mの高さから、火工品内部の火薬類に対して影響を与える部位が床面に着地するように3回自然落下させる。

供試火工品のサンプリング個数は3個とし、各3回ずつ落下させる。

発火した時は、その時点で試験は終了する。

3回自然落下させても発火しない場合は、当該供試火工品に通常点検を行う。

(判定基準)

- ① 落下の衝撃により爆発や発火がおこらないこと
- ② 落下試験後に外殻の破損や損傷がなく、正常動作すること

(試験結果、判定結果)

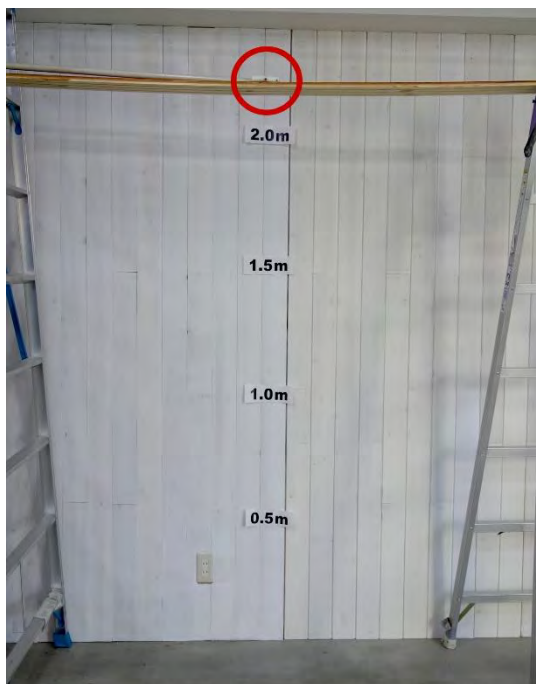
今回はエクストリームスポーツでの使用を考慮し、より厳しい条件を想定して高さ2メートルからの落下試験を行った。供試火工品を2mの高さの台上に乗せ、コンクリートの床に自然落下させる試験を1試供火工品当たり3回(計9回)行った。

9回(3個×3回)の実験を通して噴出口部分も含め、あらゆる方向から床面に衝突したが、爆破や発火はなく、外殻の損傷も軽微な傷痕が残る程度であった。

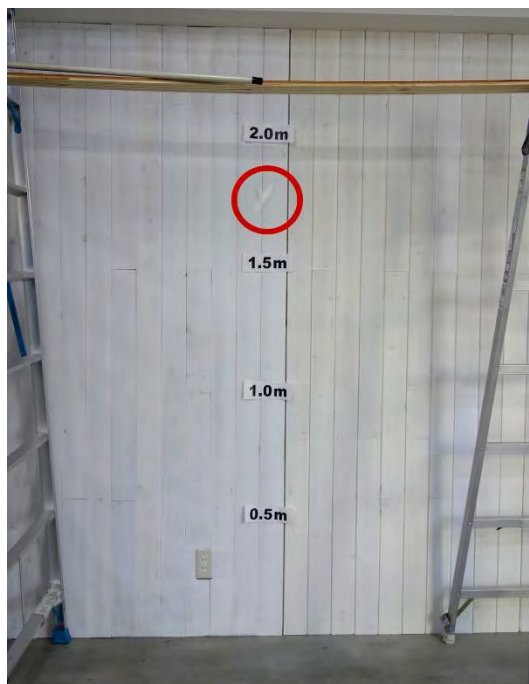
落下試験後の通常点火試験の動作も正常であった。

試験の結果、判定基準を満たしていることを確認した。

テスト品	1回目	2回目	3回目	通常点火試験	合否判定
1	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	合格
2	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	合格
3	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	合格



落下試験用装置



落下中



落下試験装置に設置された供試火工品



試験結果(爆発、点火、外郭の損傷なし)



試験結果(爆発、点火、外郭の損傷なし)



試験結果(爆発、点火、外郭の損傷なし)

[⑥伝火(爆)試験]

(試験方法)

一対(2個)の供試火工品を隣接して、点火により移動することの無いようにその構造に適した装置などを用いて固定し、その一方を点火(爆)させ、他方の供試火工品も伝火(爆)するかを試験する。伝火(爆)する場合は、伝火(爆)しなくなるまでの距離を求める。

供試火工品のサンプリング個数は3対(6個)とする。

(判定基準)

- ① 供試火工品の3対全てが、点火しない供試火工品に伝火(爆)しないこと
- ② 伝火(爆)する場合は、伝火(爆)しなくなる距離を計測し、当該火工品の通常の取扱い状況において安全上の問題が無いことを確認する

(試験結果、判定結果)

万力で2つの供試火工品を固定し、3回の試験でそれぞれ隣接する方向を変えて行った。

隣接方向は1回目が正面(ガスの噴出方向)と正面、2回目が正面と側面、3回目は正面と背面方向とした。供試火工品の構造上、接続金具を引っ張ることにより点火を行うため、1対の供試火工品を約10ミリメートル離して固定し、点火した時点で隣接するようにした。

試験の結果3回とも伝火(爆)の発生はなく、点火しない供試火工品は、外殻にススが付く程度の変化はあったが、破損や傷などは見受けられなかった。

3回の試験の結果、3方向において判定基準を満たしていることを確認した。

テスト	隣接方向	①伝火(爆)	通常点火試験	合否判定
1 回目	正面－正面	異常なし	異常なし	合格
2 回目	正面－側面	異常なし	異常なし	合格
3 回目	正面－背面	異常なし	異常なし	合格



伝火(爆)試験用装置



1 回目試験前(正面—正面)



1 回目試験終了(正面—正面)



1 回目試験結果(伝火なし、外郭に破損なし)



1 回目試験結果(伝火なし、外郭に破損なし)



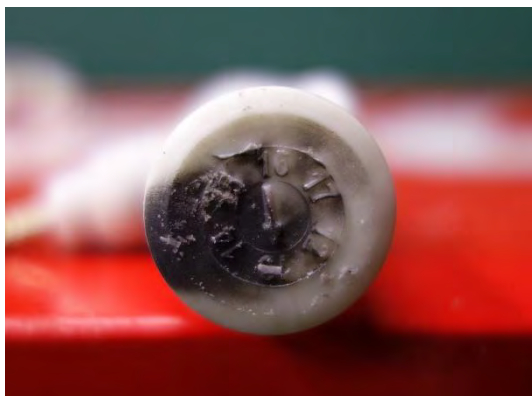
1 回目試験結果(伝火なし、外郭に破損なし)



2 回目試験前 (正面一側面)



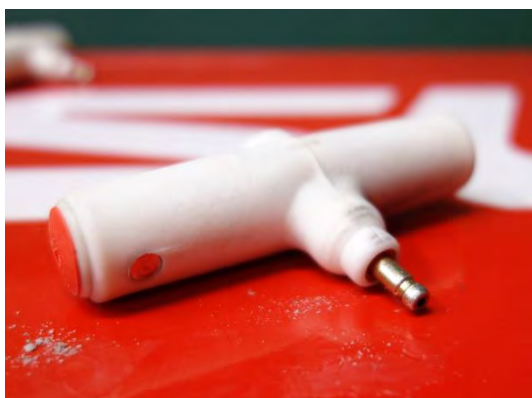
2 回目試験終了 (正面一側面)



2 回目試験結果 (伝火なし、外郭に破損なし)



2 回目試験結果 (伝火なし、外郭に破損なし)



2 回目試験結果 (伝火なし、外郭に破損なし)



3 回目試験前(正面一背面)



3 回目試験終了(正面一背面)



3 回目試験結果(伝火なし、外郭に破損なし)



3 回目試験結果(伝火なし、外郭に破損なし)



3 回目試験結果(伝火なし、外郭に破損なし)

[⑦外部火災試験]

(試験方法)

1つ又は通常運搬時において隣接する可能性がある数の供試火工品を、所定の装置(供試火工品の構造、大きさ等を勘案した、供試火工品全体を火炎で包むような試験装置)を用いて、供試火工品全体を火炎が包むように試験する。供試火工品のサンプル個数は通常の運搬時における隣接の可能性がある数とする。燃焼前、燃焼中及び燃焼後の経時変化を写真または動画により記録する。

(判定基準)

- ① 供試火工品の放出面以外の外殻の破損又は飛散物がないこと
- ② 供試火工品が、外部火災試験中に発火または爆発して、当該供試火工品の一部が飛散物として飛散しても、当該飛散物が周囲に著しい被害を与えないこと(飛散物の距離が5メートル以内であり、又はその運動エネルギーが80J以下であり、周囲に著しい被害を与えないこと)
- ③ 試験後に発生する残ガスが周囲に被害を与えないこと

(試験結果、判定結果)

サンプリング個数は、通常の運搬で隣接の可能性がある2個で試験を行った。

供試火工品の外殻部にポリアミド素材を使用しているため、試験開始後からポリアミド素材の燃焼が始まった。

燃焼から約4分後に、火薬が発火したと「パン」という可聴音が発生。燃焼によって脆くなった外殻の樹脂部分等が1.5mほど飛散。試験後の周囲の被害や残ガスはなかった。

外郭部にポリアミド素材を使用しているため外郭部は燃焼したが、2個のサンプルの試験の結果、判定基準を満たしていることを確認した。

テスト品	外殻の破損	飛散範囲	ガス	周囲被害	可聴音発生時間	合否判定
1	燃焼	約1.5m	なし	なし	3分46秒	合格
2	燃焼	約1.5m	なし	なし	3分53秒	合格



外部火災試験装置



点火前



外殻部燃焼中1



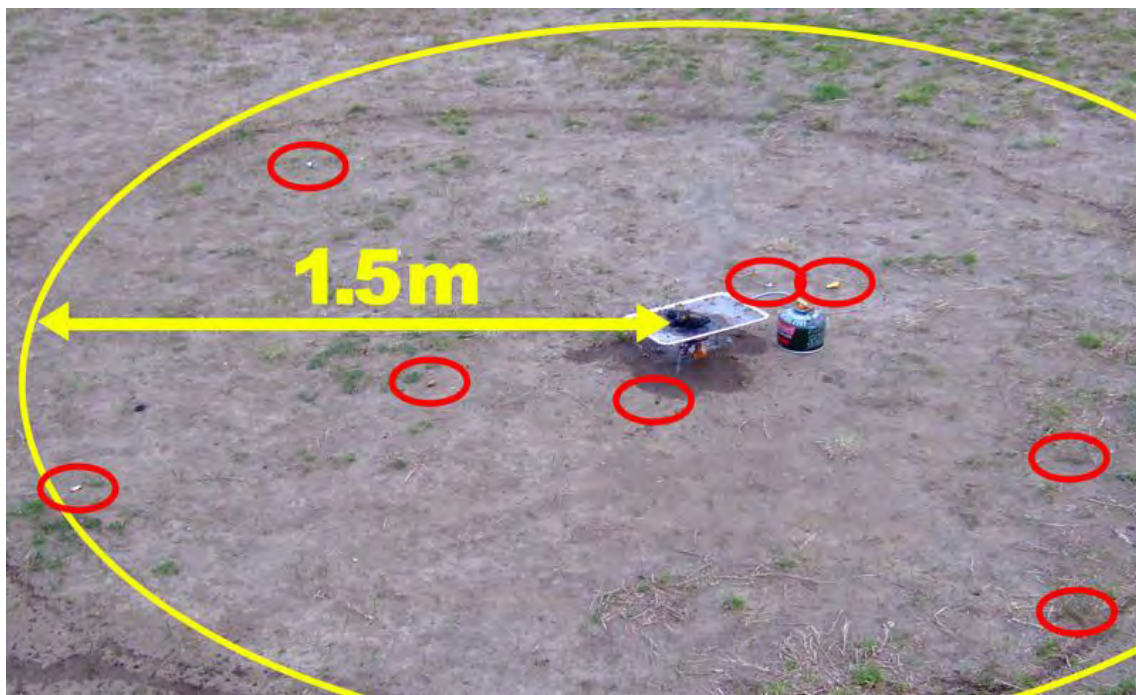
外殻部燃焼中 2



火薬発火後の状態



試験終了後の供試火工品



主な飛散物の位置と飛散範囲



飛散物（接続金具導管）



飛散物（火薬カートリッジ）



飛散物（内部パーツ）



飛散物（導管）

5. 流通形態

当該火工品を含め、雪崩用エアバッグとして、以下の事業者が製造。

(製造事業者)

商号：ABS Peter Aschauer Gmbh(以下、ABS社)

所在：An der Dornwiese 3, 82166 Gräfelfing, Deutschland(ドイツ連邦)

ABS社より当該製品を当社が輸入し、国内の一般消費者に販売。なお当該製品においては、当社が日本国内唯一の正規代理店である。

よって、当社以外の者がABS社より直接輸入することは原則ない。

(輸入・販売事業者)

商号：株式会社RCTジャパン

所在：東京都目黒区目黒本町6-12-21

スキーヤー、登山者等が当該製品を購入する際は、当社において帳簿付け等の顧客管理を実施。当該製品の使用状況等を把握することにより、製品事故が生じた際、又は当該製品が劣化した際に対応できる体制とする。

また、本製品の耐用年数を3年と設定していることから、耐用年数が経過したものは、最終消費者から当社へご返送いただき、当社において廃棄等の処理を実施するか、ABS 本社へ返却する。

6. 耐用年数及び廃棄の方法

耐用年数:3年

廃棄の方法:当社で回収し産業廃棄物として処分、又はABS社へ返却。

7. 適用除外火工品審査基準を満たすと考ええる理由

「4. 安全性について」で記述したように、火薬類を容易に取り出せない構造、落下の衝撃に耐える等、火工品の安全性評価基準を満たしているものと考ええる。製造から廃棄に至るまでのプロセスも把握できる流通形態でもある。

また、当該火工品は、使用する火薬類の量も少量であり、エネルギー量も低い。かつ、構造上、噴出口から炎が吹き出すこともなく、消費者が安全に使用できるようになっている。

加えて、流通時には一般消費者が本エアバッグを適切に取り扱うよう取扱説明書の配付や火工品への表示を行うことで誤使用を防止する他、消費生活用製品安全法を遵守し、リコール対応等を円滑にとれる社内体制を整備する。以上の理由により、当該火工品は適用除外火工品審査基準を満たすと考ええる。